교수와 학습자간의 행동 동기화를 이용한 웹 기반의 실시간 원격 강의 시스템

이부권[†] · 박규석[††] · 서영건[†††]

요 약

일반적으로 강의에서 가장 중요한 내용 전달 매체는 음성이며, 다음으로 도큐먼트이다. 실제로 많은 원격 강의 기법에서 동영상을 제공하려고 하지만 네트워크 대역폭의 제한으로 인하여 만족할 만한 결과를 얻지 못하고 있다. 또한 특별한 브라우저를 사용하지 않고 웹 상에서 불특정 다수의 사용자들이 접근하도록 하기 위해 웹 브라우저를 사용하고 있다. 이와 같이 동영상이나 음성과 같은 연속 미디어를 제공하기 위해서 네트워크의 제한으로 인하여 만족스럽지 못한 강의 내용을 제공하고 있으며, 웹 브라우저를 사용하게 되면 대체로 도큐먼트(웹 페이지) 위주의 강의 자료를 제공할 뿐이다. 따라서, 본 논문에서는 정보 전달 매체 중에서 가장 중요한 음성과 도큐먼트를 이용하여 웹 상에서 실시간 원격 강의 시스템을 제안한다. 여기에 사용된 부가 기법으로는 교수와 학습자간의 웹 브라우저 동기화와 펜을 이용하며, 교수자는 자신의 컴퓨터를 이용하여 도큐먼트를 보면서 강의하고, 학습자는 교수자가 보고 있는 도큐먼트와 같은 것을 보면서 강의를 듣게 된다.

A Web-based Remote Instruction System on Real-time using Action Synchronization between the Instructor and Learners

Lee Bu Kwon[†], Park Kyu Seok[††], Seo Yeongeon[†††]

ABSTRACT

By the most important media to deliver the contents on a remote instruction we commonly use audio and documents. A number of remote instruction systems are trying to offer the video, but they did not acquire satisfiable results because of the limited network bandwidth. Also, they use the general web browsers that have a lot of unspecific users access the contents. Like this, most systems that use the continuous media have not offer the satisfiable contents because of the network limitation. Moreover, because they use the web browser, they offer the contents having documents(web pages) only.

In this paper, we propose a web-based remote instruction system on real-time using audio and documents which are the most important media for a information delivery. In addition to the system, we use a action synchronization mechanism between the web browsers. If the instructor uses web pages on his computer and explains the contents of them, the learners see the same web pages as the instructor's and listens to his voice.

1. 서 론

인터넷은 우리의 일상 생활을 바꾸어 놓기에 충분한 혁명이다. 특히 교육 분야에서의 유용성은 우리나라의 교육 체계가 흔들릴 정도의 대 변혁을 가져오고 있다. 기존의 면대면 강의에서 오는 제한된 교육 환경을 극복할 수 있게 해 주고 있다. 제한된 교육 환경이란 교수자의 능력이나 교육 매체의 제한으로 인하여 다양하고 질 좋은 교육 내용을 받지 못한다거나, 거리나 시간적인 이유로 원하는 교육을 받지 못하는 것을 말한다. 인터넷을 이용한 원격 교육의 등장으로

[†] 정회원, 경상대학교 컴퓨터과학과 교수
[††] 종신회원, 경남대학교 컴퓨터공학과 교수
[†††] 종신회원, 경상대학교 컴퓨터교육과 조교수

이런 제한점은 쉽게 극복할 수 있다[1,2]. 하지만 아직 네트워크 인프라가 완전하게 구축되어 있지 않기 때문에 완벽한 원격 강의를 제공할 수 없다. 특히 동영상과 같은 미디어는 많은 양의 데이터를 차지하기 때문에 현재의 네트워크 환경에서는 만족할만하게 전송한다는 것은 거의 불가능하다.

본 논문에서는 현재의 네트워크 환경이 가지는 문제점을 보완하기 위한 방법으로, 원격지의 교수자와 학습자들이 웹 상에서 동일한 강의 문서를 볼 수 있도록 하고 교수자의 행동을 학습자에게 그대로 표현할 수 있는 강의 서버(IS : *Instruction Server*)와 강의 클라이언트(IC : *Instruction Client*)를 제안하고, 이 기법을 이용하여 실시간 원격 강의 시스템을 만들어 본다. 사용되는 미디어는 음성과 펜, 웹 페이지(문서)이다. 음성은 동영상에 비해 적은 양의 데이터를 차지하지만[3], 교육 내용을 전달하는데는 효과적이다. 펜은 교수자가 웹 페이지를 보면서 설명하는 위치를 펜으로 그으면 학습자의 문서상에서도 펜 그림이 그대로 표현된다. 또한 교수와 학습자간의 웹 브라우저 상에 일관된 문서를 유지하기 위해 웹 브라우저 동기화 기법을 사용한다. 이 기법은 IS에서 웹 브라우저를 혹킹(*Hooking*)하여 IC로 전달하면 IC에서 학습자의 웹 브라우저 화면에 메시지를 전달한다.

본 논문의 구성은 2장에서 본 논문의 연구 배경, 3장에서 IS와 IC간의 동기화와 미디어 스트리밍, 4장에서 시스템의 구성, 그리고 5장에서 구현 및 실험 결과를 보인다.

2. 원격 강의 시스템과 행동 동기화

초기에 원격 강의는 편지를 이용한 강의에서부터 시작하여 TV를 이용한 공개 강좌, CD 타이틀을 이용한 강의, 화상 강의 전용 시스템을 이용 원격 강의에까지 발달되어 왔다. 현재의 원격 강의라 함은 웹을 이용한 비실시간 원격 강의가 진정한 원격 강의가 될 것이다[1].

2.1 웹 상의 원격 강의

웹 상의 강의는 실시간 강의와 비실시간 강의로 나눌 수 있다. 실시간 강의의 이점은 학습자가 학습 도중에 질문을 직접 할 수 있다는 것이다. 물론 많은 사용자들이 한꺼번에 질문을 하게 되면 문제가 된다. 그래도 웹을 사용하여 접근을 하기 때문에 불특정 사용자들도 이용할 수 있다는 것이다. 현재 구현된 웹 상의 실시간 강의[4]는 그렇게 많지 않지만 대부분 전용 브라우저를 사용한다는 것이다. 이는 브라우저를 가진 사용자만 접근을 할 수 있게 된다. 웹을 사용해야 하는 장점은 사용자로 하여금 쉽게 접근할 수 있게 한다는 것과 플랫폼 독립성, 하이퍼미디어 웹 페이지, 국제적인 교육 환경들을 들 수 있다[5][6]. 결국 전용 브라우저를 사용하게 되면 이런 장점을 반감시키는 의미가 된다.

비실시간 원격교육의 형태를 갖는 시스템이 구현되어 있지만[7,8,11,12], 아직까지 면대면 강의에 비하면 부족한 점이 많이 있다. 비실시간 원격 강의의 단점은 학습자의 질문을 즉시 대답할 수 없다는 것과 잘 못 만들어진 컨텐츠는 책보다도 못한 결과를 초래할 수 있다는 것이다. 현재 구현되어 있는 많은 원격 교육 시스템은 그림과 텍스트 위주로 내용을 전달하고 있다. 즉 컨텐츠를 개발하는 데 많은 노력을 기울여야 하며, 면대면 강의에 버금가는 상호작용성과 학습자 위주의 강의를 제공해야 할 것이다. 결국 이런 문제점을 조금이라도 극복하기 위하여 일부 시스템에서는 그룹별 채팅, 화이트 보드, 응용 프로그램 공유, 가상 공간, 그룹 브라우징, 화상 회의 등을 부수적으로 제공하고 있다.

2.2 기존 원격 강의의 문제점

[10]에서는 같은 강의실 내에 교수자가 학습자의 웹 브라우저를 제어하기 위해 웹 브라우저 동기화 기법을 사용한다. 교수자의 웹 페이지는 항상 학습자의 웹 페이지와 일치시키고, 설명을 육성으로 전달한다. 질문도 학습자가 직접 육성으로 하도록 설계되어 있고 전용 브라우저를 사용한다. [9]에서는 LAS와 LAC를 두어 학습자와 교수자의 행동 동기화 기법을 제안하고 있다. [4]에서는 웹에 화상회의 기능을 추가하여 원격 강의를 구현하였다. 여기서 동기화 기능은 웹 브라우저 동기화를 지원하여, 교수자와 학습자의 웹 브라우저 상의 문서를 일치시키고 있다.

비디오나 오디오를 이용한 실시간 원격 강의는 네트워크 대역폭의 제한으로 인하여 만족할 만한 강의 질을 제공하지 못하고, 웹 상의 비실간 원격 강의는 컨텐츠를 만드는 시간이 많이 소요되고 학습자와 교수자의 상호작용이 제한되어 있다. 이런 두 가지 문

제를 극복하기 위하여 교수자와 학습자의 행동 동기화 기법을 이용하거나[9], 웹 브라우저 동기화 기법[10]을 이용하여 교수자와 학습자간의 교육 내용을 전달하려고 시도해 왔다.

본 연구에서 제안하는 것은 위의 두 가지 문제점을 해결하기 위해서 행동 동기화 기법을 이용한 원격 강의를 제안한다. 첫 번째 문제인 네트워크 대역폭을 해결하기 위하여 교수자의 행동을 학습자 측에 표현하기 위하여 비디오는 사용하지 않고 오디오와 펜, 메시지 훅킹 기법을 사용한다. 또한 컨텐츠를 만드는 시간을 단축하기 위하여 기존의 웹 페이지를 그대로 사용할 수 있게 하고, 실시간 성을 제공하기 위하여 질문을 할 수 있고 웹 브라우저 상의 문서를 항상 일치시키고 있다.

2.3 행동 동기화

행동 동기화의 목적은 교수자의 강의 내용과 제스처가 학습자에게도 보이게 하고 들을 수 있게 하는 것이다. 동영상과 음성을 100% 전달하더라도 화이트보드나 또 다른 표현 도구가 필요하게 된다. 특히 동영상은 많은 데이터 량을 차지하지만 그다지 중요한 정보를 담고 있지 않다[3]. 그래서 본 연구에서는 중요한 정보 전송 미디어로 음성을 사용하고 그 외에 여러 기법들을 보조 도구로 사용한다. 본 시스템의 행동 동기화에서 제공하는 기능은 다음과 같으며, 각 데이터는 IS가 IC로 점대점 방식으로 전송한다.

• 음성 데이터 : 펜 포인터와 시간적 동기화를 맞춘다. 교수자의 음성이 마이크를 통하여 입력되면 IS가 받아서 IC로 전달한다. "강의 시작" 버튼을 누름과 동시에 40*ms* 간격으로 음성 패킷을 만들어 각 IC로 점대점 방식으로 전달한다.

• 펜 데이터 : 펜 데이터는 마우스 포인터로서의 기능과 펜의 기능을 함께 가지고 있으므로 그림이나 글자를 그릴 때는 펜으로, 화면 스크롤이나 웹 페이지 이동 등은 마우스 포인터의 기능을 갖는다. 음성 미디어와 시간적 동기화를 맞추고, 웹 문서와도 공간 동기화를 맞춘다.

• 웹 브라우저 : 교수자와 학습자의 웹 페이지 화면의 해상도와 크기를 일치시킨다. 화면 스크롤이나 URL입력 또는 다른 웹 페이지로의 이동, 마우스 클릭 등을 IS가 훅킹하여 IC로 전달한다. 교수자의 웹 브라우저의 클라이언트 영역과 학습자의 것과 일치시켜야 펜 데이터의 공간 동기화를 맞출 수 있다.

3. 시스템 구성

전체 시스템은 웹 서버, 웹 클라이언트(브라우저), IS, IC로 구성되어 있으며, 웹 서버는 교수자의 시스템에 존재하지 않아도 된다. 웹 클라이언트는 학습자의 시스템과 교수자의 시스템에 각각 존재하게 된다. IS는 교수자의 시스템에, IC는 학습자의 시스템에 존재한다

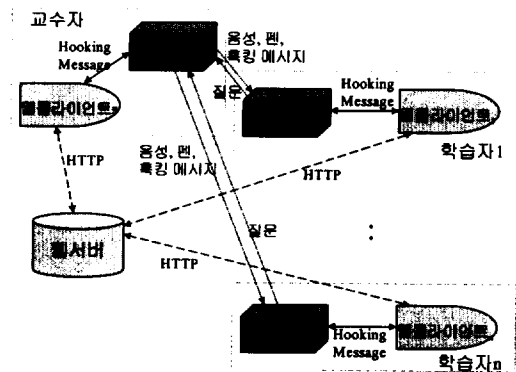
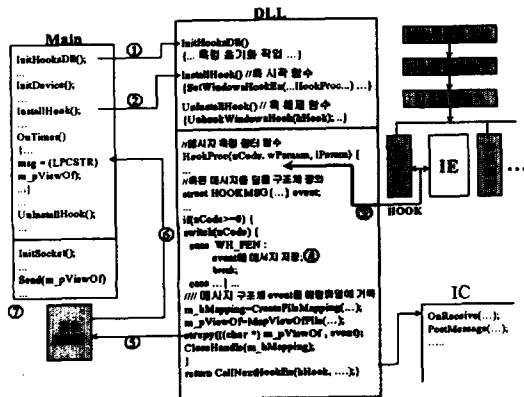



그림 1. 시스템 구성

교수자는 자신의 시스템에 IS를 실행하고 약속된 웹 페이지에 접속한다. 그와 동시에 학습자는 자신의 시스템에서 약속된 웹 페이지에 접속한다. 접속할 때 자신의 시스템에 IC가 없다면 자동적으로 설치를 요구한다. 설치된 IC는 모두 IS의 지시를 받기 때문에 IS에 IP-주소로서 등록된다. 먼저 교수자는 자신의 IS에 나타난 IC들의 리스트를 보고 접속된 학습자가 누구인지를 알고 강의를 시작한다. 웹 브라우저에서 일어나는 교수자의 모든 행동은 IS에서 훅킹하여 IC로 전달된다. 교수자의 행동은 웹 페이지 검색(URL 입력, 페이지 이동), 마우스(펜) 이동, 화면 스크롤, 화면 크기, 음성 등을 말한다. IC로 전달된 교수자의 행동은 음성 미디어를 기준으로 각 미디어에 따라 표현된다. 웹 페이지 검색은 URL로 표현되므로 IC가 학습자 웹브라우저의 URL 입력 윈도우에 전달한다. 펜으로 그어진 가상 라인은 웹브라우저 상에 겹쳐 보이게 하고, 화면 스크롤 메시지도 전달한다. IS에서 보내진 음성은 IC에서 직접 스피커로 표현하고, IC에서 IS로 보내진 음성은 IS에서 직접 스피커로

표현한다. 그림2는 IS와 웹 브라우저간의 연동관계를 표시한 것으로서 훅킹에 관련된 부분만을 묘사한 것이다.

교수자에서 발생된 데이터는 IS가 가져와서 IC로 전달하는데, 음성 데이터와 펜 포인터는 UDP를 사용하여 전달하고, 웹 브라우저 동기화 데이터와 마우스 포인터 등은 TCP를 이용하여 전달된다. 각 데이터는 IS에서 IC로 점대점 방식으로 전달된다. 같은 LAN 상에 모든 학습자가 있다면 멀티캐스팅 주소를 이용할 수 있겠으나, 아직 WAN 상에서 멀티캐스팅을 제공하지 않기 때문에 점대점 방식으로 전달한다. 사용되는 여러 미디어들 중에서 음성을 제외한 모든 미디어는 IS가 IC로 사건 발생 즉시 전송한다. 음성은 40*ms* 녹음 후에 전송하고, 이 결과 다른 어떤 미디어보다 시간적으로 40*ms* 만큼 지연되어 있기 때문에 음성을 기준으로 모든 미디어는 표현된다. 결국 UDP를 사용하는 미디어는 약간의 오류를 감수해야 한다. 그 이유는 많은 사용자가 한꺼번에 수신을 해야 하기 때문에 특별한 멀티캐스트 전송 전략을 요구하게 된다. 이와 같은 연속 미디어의 재전송은 시간 측면에서 매우 민감하기 때문에 신뢰성 있는 전송을 고려하지 않았다.

음성 데이터는 MS사에서 제공하는 ACM(*Audio Compression Manager*)를 이용하여 *TrueSpeech*로 압축하였다. 샘플링은 8*kHz*에 16비트 스테레오 양자화를 이용하였다. 펜 포인터는 포인터 움직임이 있으면 즉시 전달하고, 마우스 포인터는 하이퍼 링크나 화면 크기, 화면 스크롤 등 웹 브라우저 상에 변화가 있을 때만 즉시 전송하였다.

4. 구현 및 실험 결과

실행 환경은 윈도우95 이상, IE 5.0을 이용하면 되고, 구현 환경은 비주얼 C++/MFC 6.0, 소켓을 사용하여 프로그래밍 하였다. IS와 IC에서 사용한 통신 관련 클래스는 CSocket으로 파생된 CServerSocket과 CDataSocket을 정의해 사용했고, IS와 IC가 주고받을 데이터 클래스는 CObject로부터 파생된 CData를 사용했다. 훅킹 모듈은 DLL로 구현했으며, 음성은 40*ms* 녹음 후 전송했다. 그래서 실제로 IC에서 표현할 때 다른 미디어들은 평균 40*ms* 지연 후에 표현된다. 교수자의 행동을 캡쳐한 후에 타임스탬프를 붙여서 IC에서 동기화시켜 표현하도록 했다. 타임스탬프는 [3]에서 기술한 논리 시간 시스템을 사용했다.

그림 3은 교수자 측 시스템에서 강의를 하는 화면을 나타낸 것이다. 두 화면은 각각 웹 브라우저와 IS를 의미하며 IS의 화면에서 현재 접속한 학습자를 나타낸 것이다. "루트"라고 표시된 부분은 펜을 나타내고 있고, 마우스는 화면 캡쳐 시에 사라져 표현되어 있지 않다.

같은 LAN 상에서 10명, 20명, 30명의 학습자를 두고 실험을 하였는데, 학습자의 수에 따라 웹 페이지의 검색 속도가 현저히 차이가 났다. 행동 동기화 정보는 데이터 량이 많지 않아 문제는 없었지만 30명이 접속한 경우에 음성 정보는 2%정도 손실률을 보였다.

사용자가 많을수록 웹 서버의 성능에 영향을 많이 받으므로 클라이언트에서 웹 문서를 다운받아 출력하는 시간이 많이 소요되었다. 이로 인하여 웹 문서

그림 2. IS와 웹 브라우저 간의 연동 관계

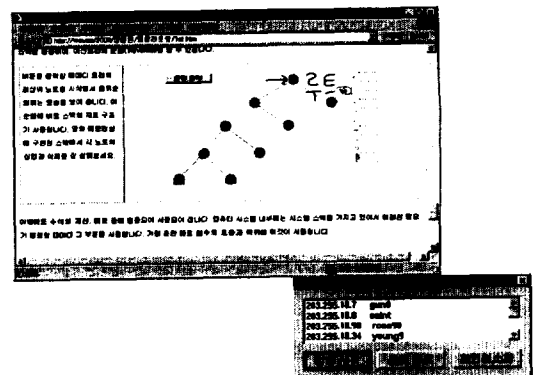



그림 3. 교수자 화면에서 실행 장면

와 다른 행동 동기화 정보의 시간적 동기화 문제가 대두되었다. 즉, 웹 문서가 모두 화면에 출력되기 전에 교수자는 이미 설명을 시작하는 경우가 발생하였다. 교수자는 자신의 화면에 웹 문서가 출력되었지만 모든 학습자의 화면에 웹 문서가 출력되었다고 생각하고 강의를 시작하는 경우를 방지하기 위하여 학습자의 IC들로부터 웹 문서가 모두 출력되었다는 메시지를 받고 나면 "강의시작" 버튼이 활성화되도록 했다. IC와 웹 브라우저가 서로 다른 응용이므로 웹 문서를 모두 수신했는지를 알기 위해 웹 브라우저가 통신을 끝냈는지를 확인한다. 즉, 웹 문서의 검색 후 완료 상태는 수신 완료가 되면 IC는 IS로 수신 완료 메시지를 전송한다.

결국 WAN 상으로 확대하여 수백 명의 학습자에게 서비스를 하려면 각 LAN마다 하나의 웹 서버 에이전트를 두어야 할 것이다. 이 에이전트는 웹 서버에 접속하여 웹 페이지를 검색한 후 각 웹 클라이언트로 멀티캐스트하고, 행동 동기화 정보도 IS에서 각 LAN에 있는 에이전트를 통하여 IC로 멀티캐스트 해야 할 것이다.

5. 결 론

아직 완전한 가상 원격 교육 환경을 제공하기에는 불충분하기 때문에 본 연구에서 그에 대한 대안으로 교수와 학습자간의 행동 동기화에 의한 원격 실시간 강의 시스템을 제안했다. 좀 더 완전한 시스템으로서의 역할을 하려면 한 세그먼트 단위에 속하는 학습자 중에서 대표 학습자를 정하여 IS에서 메시지를 대표 학습자에게 전송하면 대표 학습자가 그 세그먼트 내의 학습자에 전송하는 계층적 멀티캐스팅 전략이 요구된다. 실제로 학습자가 똑같은 웹 서버에 접속하기 때문에 웹서버에 부하가 많이 걸리게 된다. 본 연구는 실시간 학습만 제공하기 때문에 그 시간에 강의를 듣지 못하면 안되게 되어 있다. 앞으로는 교수자의 행동을 저장하여 언제든지 재생해서 학습할 수 있는 비실시간 강의를 지원해야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 나일주, "웹기반 교육", 교육과학사, 1999.
[2] William Horton, "Designing Web-Based Training", Wiley, 2000.
[3] 서영건, "멀티미디어 통신", 인솔미디어, 1999.
[4] 이명숙, 정의현, 박용진, "웹 기반의 실시간 원격 강의 시스템의 설계 및 구현", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집 Vol. 25, No. 2, pp. 650-652, 1998.10.
[5] Lawhead, J. P.B., etc., "The Web and distance learning: what is appropriate and what is not", SIGSE/SIGCUE ITiCSE'97, pp. 342-349, 1997.
[6] Naps, etc., "Using the WWW as the delivery mechanism for interactive, visualization-based instructional modules", ITiCSE'97, pp. 46-52, 1997.
[7] 김수연, "액티브 서버 페이지와 동적 웹 기술을 이용한 가상 교육 시스템 설계 및 구현", 정보과학회 논문지(C) 제5권 제6호, pp. 809-815, 1999. 12.
[8] 이세영, 용환승, "웹-기반 가상 대학 시스템의 설계 및 구현", 정보처리 논문지 제6권 제12호, pp. 3577-3588, 1999.12.
[9] 이점숙, 서영건 "웹 기반의 실시간 원격강의를 위한 서버와 클라이언트간의 Action 동기화 기법" 정보과학회 제 26권 1호, pp. 268-270, 1999.4.
[10] 한국교육학술정보원, "NetBrowser for LAN", 1998.
[11] WebCT, http://homebrew.cs.ubc.ca/webct
[12] 김성호 외, "웹을 이용한 원격 강의 시스템의 구현", 숭실대학교 정보과학대학 멀티미디어연구실 http://www.multimedia.or.kr/newtech/paper1/webcuhun/webcuhun.htm
[13] http://www.cs.odu.edu/~tele/iri/, "IRI(Interactive Remote Instruction)", Old Dominion University, Dept. of Computer Science, Old Dominion Univ. Res. Foundation, 1996.
[14] Dr. A. W. Bates, "Distance Education and Technology, Continuing Studies", The Univ. of British Columbia, Canada, 1995, 11.
[15] Esposito. Dino, "Gone fishin': Hooking the Internet Explorer 4.0 Object Model", Microsoft Interactive Developer, 1997, 12.
[16] Davis, J. Z., Maly, K., and Zubair, M., "A Coordinated Browsing System", NCSTRL as

TR_97_29, Dept. of Comp. Sci., Old Dominion University, 1997.

[17] http://www.eduway.co.kr, http://www.wizpass.com, http://www.neostudy.com, http://www.schoolinnetwork.com, http://www.edustartv.com, http://www,edutel.com

[18] 원격 교육, 한국정보처리학회, 정보처리학회지 4권 3호, 1997

박 규 석

중앙대학교 이학석.박사
1990년~1991년 미UCLA 객원교수
1992년~1997년 경남대학교 전산정보원장
1982년~현재 경남대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 운영체제, 분산처리시스템, 멀티미디어, 정보통신
E-mail : kspark@kyungnam.ac.kr

이 부 권

1972년 경상대학교 농경제학과 학사
1978년 미시건주립대학 대학원 시스템공학전공 석사
1998년~현재 경남대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정
1980년~현재 경상대학교 컴퓨터과학과 교수
관심분야 : 시뮬레이션, 멀티미디어
E-mail: bklee@nongae.gsnu.ac.kr

서 영 건

1987년 경상대학교 전산통계학과 학사
1989년 숭실대학교 대학원 전자계산학과 석사
1997년 숭실대학교 대학원 전자계산학과 박사
1989년~1992년 삼보컴퓨터 근무
1997년~현재 경상대학교 컴퓨터교육과 조교수
관심분야 : 멀티미디어통신, 영상인식
E-mail : young@nongae.gsnu.ac.kr